

植物有害生物戰情分析平台之模型化運作說明

陳毓樺¹、蘇文瑞¹、陳君弢²、蔡馨儀²

¹ 國家災害防救科技中心 災防資訊組

² 農業部動植物防疫檢疫署 植物防疫組

摘要

因應氣候變遷造成植物有害生物發生時序與分布不穩而發展，動植物防疫檢疫署(以下簡稱防檢署)與國家災害防救科技中心(以下簡稱災防科技中心)自 2022 年起合作推動建置「植物有害生物戰情分析平台」。本平台的建置參考美國北卡羅來納州立大學與 USDA-APHIS 開發的 PoPS 模型，透過「校正、模擬、觀測、回饋」的循環過程，持續提升預測準確度與在地化應用。本平台已整合氣象資料、生物特性與使用者回饋，建立具動態修正與即時分析能力的防疫流程，其中主要包含四個模組：田間調查蒐集 22 類植物有害生物資料；依氣象條件自動生成四階燈號示警；長期監測儀表板呈現趨勢與熱區變化；以及回饋機制修正門檻與參數。以資料循環為核心，透過模型運算與持續校正，展現出在植物防疫資訊化與風險預測上的應用潛力。

一、 前言

隨著氣候變遷導致極端天氣事件日益頻繁，植物病蟲害的發生時序與分布範圍愈加不穩定。為強化農業防災與疫情管理，農業部於 2020 年 8 月 7 日 召開「因應氣候變遷植物疫災防控精進作為討論會議」，提出整合既有防疫資訊系統與強化決策輔助的工具，期望建立能支援「疫情監測、風險預警與防治決策」的智慧化分析平台。基於此目標，防檢署與災防科技中心自 2022 年起 攜手推動「植物有害生物戰情分析平台」，以跨域資料整合與模型推估技術為核心，逐步建構兼具即時性與精準度的防疫資訊一體化架構。

二、 以 PoPs 模型為主的應用概念

本平台的核心理念源自於美國北卡羅來納州立大學地理空間分析中心與 USDA-APHIS 共同開發的 PoPS (Pest or Pathogen Spread Model, PoPS) 模型，特色是一套開源的時空模擬工具，用於預測病蟲害在不同空間與時間尺度下的傳播動態。

PoPs 模型的設計強調以「機制校正 (The Calibration Loop) → 情境模擬 (The Scenario Modeling Loop) → 調查與科學反饋 (Field Observation and Scientific Feedback Loop) → 參與式回饋 (Participatory Feedback Loop)」為核心的循環模組，透過不斷的參數修正與回饋迴圈，持續提升模型的準確度與適用性。

「植物有害生物戰情分析平台」在此架構為基礎上，設計出符合「國內植物病蟲害防疫循環模型」，將氣象因子、生物特性與使用者回饋整合於同一資料流程中，形成可持續修正與動態優化的預測與決策迴路(如圖 1)。

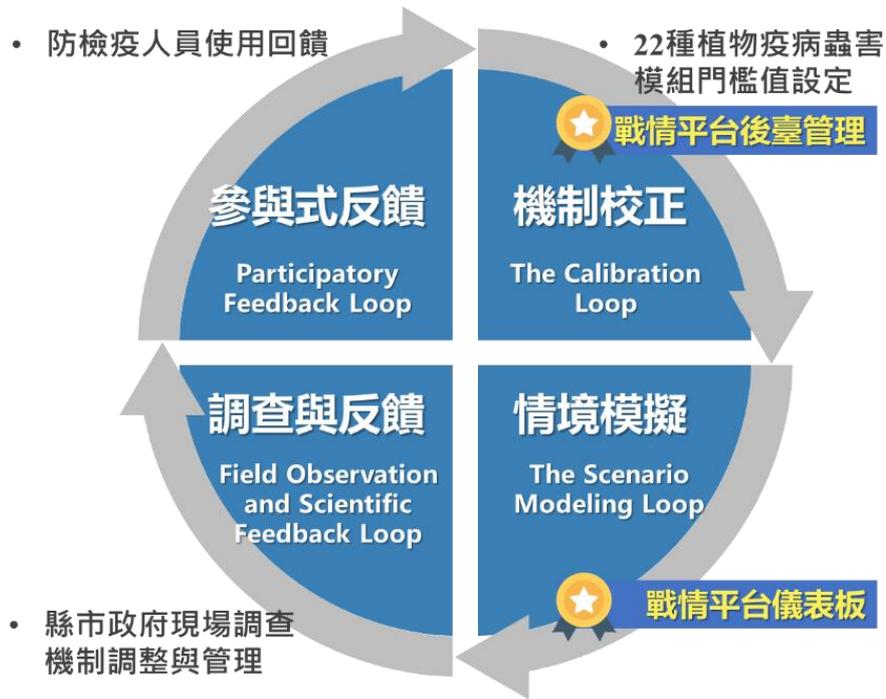


圖 1 國內植物病蟲害防疫循環模型

三、 國內 PoPs 模型應用情境

病蟲害防疫並非單向式的資料呈現，而是透過持續的「觀測—校正—回饋」形成動態循環。本平台即依此原則，建立整合式資料流(圖 2)，以連結「實際調查資料」、「示警與監測儀表板」及「使用者回饋」三大模組，建立參數優化的機制。說明如下：

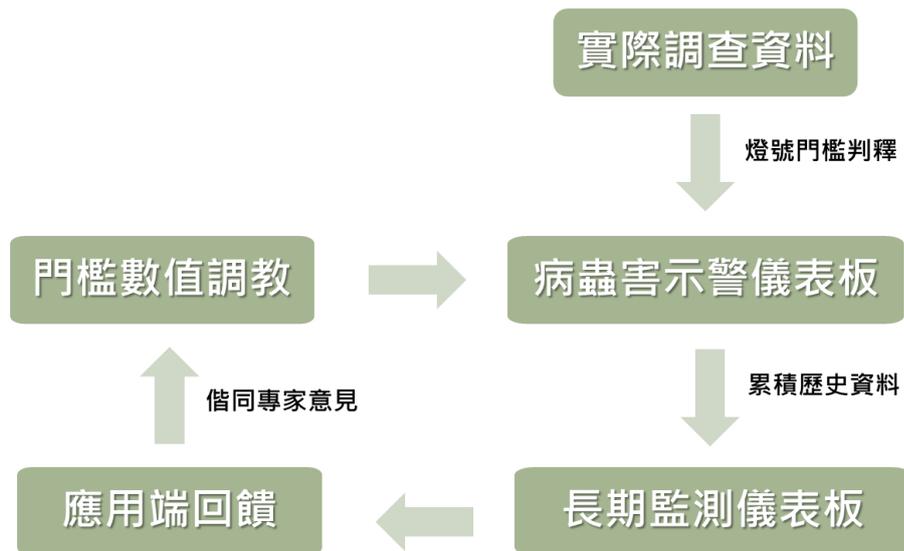


圖 2 植物有害生物戰情分析平台-病蟲害示警循環機制圖

(一) 實際調查資料蒐整

由調查人員執行例行性田間調查，共計 22 類植物有害生物。依照作業規範，地方人員每 7-10 天巡查田區，使用 GPS 進行定位記錄，並依「罹病度分級表」或「平均蟲隻數」進行現地目視評估與回報作業。

(二) 病蟲害示警儀表板

田間資料上傳後，本平台即透過防檢署設定之門檻值與氣象條件(如相對濕度、溫度等)，自動比對生成綠、藍、黃、紅四種警示燈號，提供示警(圖 3)。

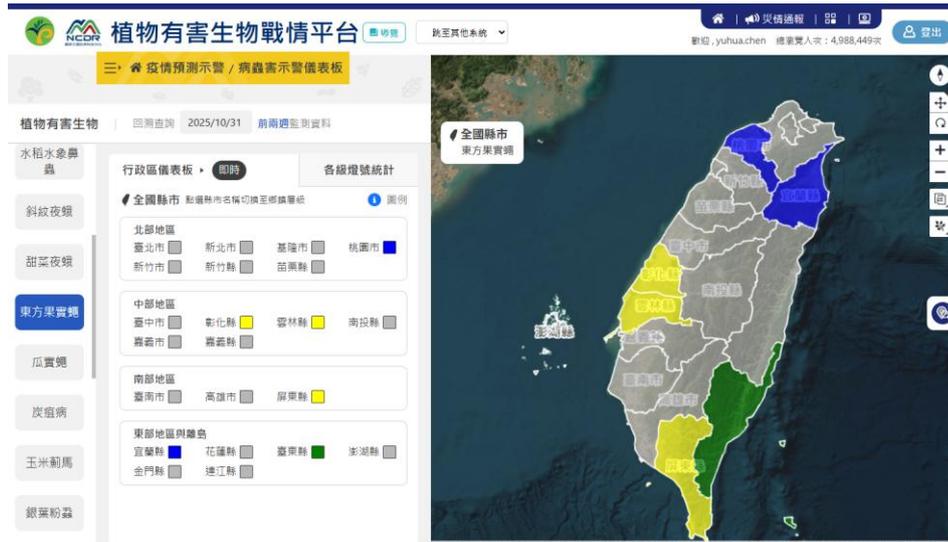


圖 3 病蟲害示警儀表板

示警結果同步匯入「長期監測儀表板」(圖 4)，進行分年度趨勢分析。儀表板整合各年度燈號分布、平均罹病率與地理分布熱區，使執掌單位得以觀察不同氣候條件下的發病規律與潛在高風險區。



圖 4 長期監測儀表板

(三)應用端回饋與門檻調教

最後，示警結果以視覺化儀表板、電子郵件與社群推播(圖 5)，提供相關人員，並定期重新檢討示警門檻與模型參數，進一步動態修正系統門檻數值，形成 PoPS 模型中「回饋 (Feedback) → 校正 (Calibration)」的循環，以提高預測精度與在地化適用性。



圖 5 病蟲害示警推播

自示警功能於 2023 年上線以來，已累計完成 176,234 次燈號判釋作業。從圖 6 中可見，歷年燈號比例逐步調整優化。2023 年紅、黃燈比例較高，顯示初期門檻仍在設定與驗證階段；隨後經定期會議檢討並採滾動式調整啟動防治時機與門檻數值，2024 至 2025 年間紅、黃燈比例明顯下降，顯示此作法已有效降低異常燈號的發生次數。

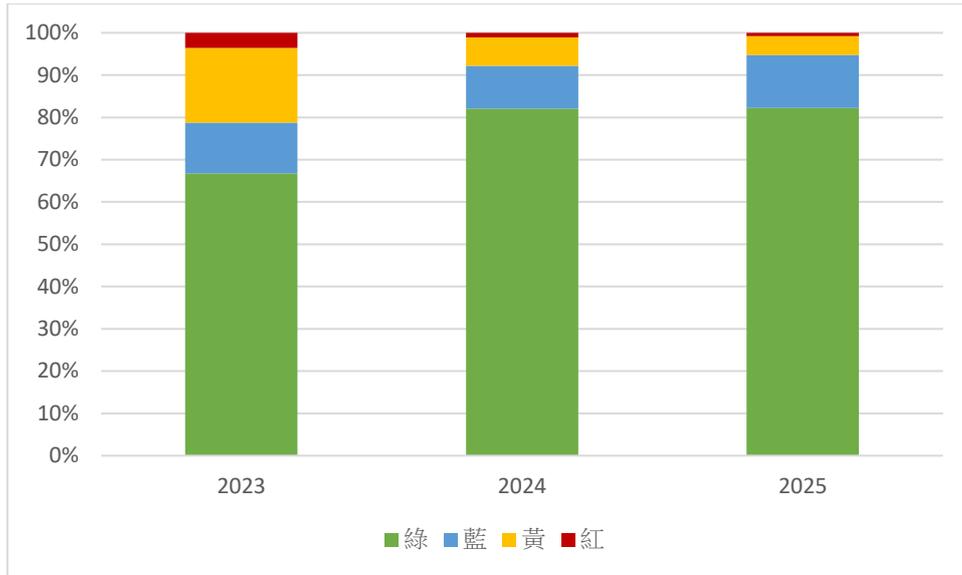


圖 6 各年度燈號判釋統計圖

四、 結論

「植物有害生物戰情分析平台」以 PoPS 模型為核心理念，成功建立兼具監測、預警與決策支援功能的一體化防疫資訊架構。透過結合田間實測資料、氣象因子分析與使用者回饋，形成動態的「觀測—校正—回饋」循環機制，使病蟲害預測由靜態資料展示轉化為可持續優化的智慧判釋流程。自示警功能於 2023 年啟用以來，累計超過 17 萬筆燈號判釋紀錄，經由門檻值滾動調整與模型修正，紅黃燈比例逐年下降，顯示整體示警系統逐漸趨於穩定並提升判讀準確性。未來，平台將持續導入多源資料與在地化參數，以深化預測模型應用，實現科學化、即時化的植物防疫決策支援體系。

誌謝

本文成果摘要自「植物病蟲害疫整合情資研發」計畫成果。感謝農業部動植物防疫檢疫署提供植物有害生物相關資料及經費補助。

參考文獻

1. 蘇文瑞(2024)。植物病蟲害疫整合情資研發(計畫編號：113 農科-5.5.3-檢-01(1))。國家災害防救科技中心。
2. 蘇文瑞(2023)。動植物疫情資料整合與智慧決策應用研究(計畫編號：112 農科-5.5.3-檢-01(1))。國家災害防救科技中心。